Nachdruck verboten.
Uebersetzungsrecht vorbehalten.

Beobachtungen an im Wasser lebenden Schmetterlingsraupen.

Von

Dr. **G. W. Müller** in Greifswald.

Hierzu Tafel 28.

(*Hydrocampa nymphaeata, Cataclysta lemnae,* 2 *Cataclysta* und 1 *Paraponyx*-Art aus Brasilien.)

1. *Hydrocampa nymphaeata.*

Die Raupe der genannten Art wurde zuerst von Réaumur [1]) beobachtet; derselbe beschreibt ganz anschaulich, wie sich das Thier ein Gehäuse aus ovalen Blattstücken von Potamogeton baut und damit unter Wasser geht. Das Gehäuse ist stets mit Luft gefüllt; steckt die Raupe den Kopf und einige Ringe aus dem Gehäuse heraus, so besitzt sie die Kunst, sich vor dem Nasswerden zu schützen. Auch dringt das Wasser bei der Gelegenheit nicht, wie man erwarten sollte, in das Gehäuse ein. Die Raupe gehört nicht zu den wasser (kiemen)-athmenden Thieren, sie hat offne Stigmen, athmet Luft, verträgt deshalb auch einen Verschluss der Stigmen mit Oel nicht.

Zur Verpuppung heftet das Thier ein Blattstück an die Unterseite eines ganzen Blattes und kleidet dieses mit Luft erfüllte Gehäuse mit weissem Gespinnst aus. Die Puppe hat drei Paare von stark entwickelten, nach Art einer Brustwarze vortretenden Stigmen.

1) Réaumur, Mémoires pour servir à l'histoire des insectes, T. 2, 10., Mém., p. 391—406.

Auf andere Bemerkungen Réaumur's kommen wir im Folgenden zurück.

Spätere Beobachter haben Angaben über weitere Futterpflanzen und Eiablage gemacht, doch bleibt noch eine wesentliche Lücke in der Lebensgeschichte, die ich versuchen will auszufüllen.

Die flachgedrückten Eier werden zu etwa 40 bis 100 an die Unterseite der Blätter der Futterpflanze pflastersteinartig neben einander geklebt. Die ausschlüpfenden Räupchen sind 1,8 mm lang, dieselben bohren sich mit Vorliebe in das Mesophyll der Futterpflanze, sind dort aber keineswegs von Luft, sondern vollständig von Wasser umgeben. Betrachten wir uns ein derartiges Räupchen unter dem Mikroskop, so haben wir ziemliche Mühe, Stigmen und Stigmenäste aufzufinden, die Stigmen sind wenig markirt, die Stigmenäste sämmtlich verklebt. Die Cuticula zeigt eine bemerkenswerthe Structur; sie ist in der suprastigmalen Region bedeckt mit kleinen flachen Höckern (Fig. 1), in der ifst. Region annähernd glatt. Sicher haben wir es in diesem Stadium nicht mit einer Luftathmung zu thun, sondern mit einem Process, der physiologisch dem der Tracheenkiemenathmung gleicht, mit dem einzigen Unterschied, dass der Gasaustausch nicht auf gewisse Anhänge, Tracheenkiemen, localisirt ist, sondern an der ganzen Körperoberfläche stattfindet, eine allgemeine Hautathmung ist.

Das Gleiche gilt für die folgenden Stadien bezüglich der Art der Athmung. Die Lebensweise ändert sich insofern, als das Thier zunächst kleine, später grössere Blattstückchen ausbeisst, mit Gespinnstfäden an der Unterseite der Blätter anheftet, und von diesem Gehäuse aus in der Nachbarschaft das Blatt frisst. Dabei ist aber das Thier allseitig vollkommen von Wasser umgeben, auch handelt es sich nicht um ein transportables Gehäuse. Weiter finden sich Verschiedenheiten in Zahl und Grösse der flachen Höcker der Cuticula, doch sind diese Unterschiede sehr unwesentlich. Wie oft sich die Thiere häuten, ohne die Art der Athmung zu ändern, habe ich nicht feststellen können, doch ist die Zahl der Häutungen eine ziemlich grosse. Versuche, die im Juli und August ausgeschlüpften Raupen über die Stadien mit Hautathmung hinweg bis zu denen mit Luftathmung zu führen, schlugen fehl, in der zweiten Hälfte des Septembers und im October liessen sich die Thiere mit den absterbenden Blättern, an denen sie ihre Blattstücke befestigt hatten, zu Boden sinken, alle hatten noch geschlossene Stigmenäste, waren auf eine Hautathmung angewiesen, insofern während der Winterruhe, die sie am Grund der Gewässer zwischen abgestorbenen Blättern durchmachen, überhaupt ein Gaswechsel stattfindet.

Eine Anzahl derartiger Raupen hatte ich zum Ueberwintern in ein grösseres Gefäss gebracht, resp. ich hatte nach vergeblichen Versuchen, die Raupen bis zur Luftathmung zu bringen, die Thiere sich selbst überlassen und stellte, als alle aufgehört hatten zu fressen, das Gefäss in den Keller. Als ich Anfang April den Inhalt untersuchte, fand ich die Raupen, noch eingeschlossen in die im Herbst gefertigten Gehäuse, lebendig vor. Einmal aus ihrer Winterruhe aufgestört, begannen sie an den jungen, spärlichen Trieben der Futterpflanze zu fressen, sich, so gut es gehen wollte, Gehäuse zu bauen. Die Art der Athmung war zunächst noch dieselbe, blieb es auch noch geraume Zeit. Erst im Mai und Juni, nachdem die Thiere sich vorher noch ein- oder zweimal gehäutet hatten, änderte sich das Bild. Die Thiere bauten jetzt ganz in der Art und Weise, wie es Réaumur beschreibt, ein mit Luft gefülltes Gehäuse, mit dem sie von Blatt zu Blatt wanderten; streckten sie Kopf und Vorderkörper heraus, so blieb derselbe von einer Luftschicht umgeben. (Die erste derartige Raupe fand ich im Freien am 7. Mai.)

Betrachten wir diese Raupen unter dem Mikroskop (am besten eine abgestreifte Haut), so zeigt die Haut eine ganz andere Beschaffenheit. An Stelle der flachen Warze (Fig. 2) finden wir zahlreiche kleine, conische Höcker, zwischen ihnen, ziemlich regelmässig vertheilt, längere, in eine Spitze ausgezogene Erhöhungen, an denen sich Rinnen herabziehen, die übrigens auch den kleinern Höckern nicht fehlen (Fig. 3).

Augenscheinlich schützt diese eigenthümliche Structur der Haut die Thiere vor dem Benetzen, das Wasser, das bekanntlich dem Chitin nicht adhärirt, dringt nicht zwischen die Spitzen ein. Es ist etwa so, als tauchten wir ein Stück Sammet oder einen porösen Körper in Wasser ein, ohne die Luft daraus zu verdrängen.

Die Stigmen sind jetzt deutlich markirt, offen (sie waren schon im vorhergehenden Stadium deutlich zu sehen). Ueber die Beschaffenheit der Stigmengänge ist es schwierig sich Gewissheit zu verschaffen, da das Thier mit der veränderten Structur der Haut ziemlich undurchsichtig geworden ist; doch gelang es mir einmal bei *Cataclysta lemnae* in dem betreffenden Stadium die Stigmengänge deutlich mit Luft erfüllt zu sehen, und unzweifelhaft gilt das Gleiche für *Hydrocampa*. Kurz, die Raupe ist jetzt eine luftathmende, welche mit einer Taucherglocke unter Wasser geht; ausserdem ist sie vermöge der eigenthümlichen Structur ihrer Haut stets mit einer Luftschicht umgeben, wenn sie einen Theil des Körpers aus der Taucherglocke hervorstreckt. Diese Lebensweise behält die Raupe bei bis zur Verpuppung; sie häutet sich

noch ein- oder zweimal, doch sind mit diesen Häutungen keine wesentlichen Veränderungen verbunden.

Eine Frage bleibt hier noch zu beantworten. Wie erfolgt der Uebergang von der Haut- zur Luft- resp. Stigmenathmung? Macht die Raupe die betreffende Häutung bereits, wie die späteren, in einem mit Luft gefüllten Gehäuse durch oder noch, wie die frühern, in einem mit Wasser gefüllten? Wie gelangt sie zu einem mit Luft gefüllten Gehäuse? Diese Fragen sind nicht leicht zu beantworten. Zunächst war das Material zur Beobachtung ziemlich spärlich; ich war auf die nicht eben zahlreichen von mir überwinterten Exemplare angewiesen, da die im Freien überwinterten Exemplare sich anscheinend vorwiegend am Grund der Gewässer an den jungen Trieben der Futterpflanze aufhalten, wozu sie schon der Mangel schwimmender Blätter zwingt, dort schwer zu finden sind. Besonders erschwert wird die Beobachtung dadurch, dass man die Raupen, um sie zu Gesicht zu bekommen, immer stören, ihr Haus aufreissen muss. Jeder Versuch, die Vorbereitungen zu beobachten, zerstört die Vorbereitungen.

Das Einzige, was ich sagen kann, ist, dass in zwei Fällen das Haus, das sich an der Unterseite eines schwimmenden Blattes befand, vor der Häutung bereits mit Luft erfüllt, das Wasser daraus verdrängt war, ein Fall, den ich nach der Analogie mit *Cataclysta lemnae* für den normalen halte. In andern Fällen war das Wasser nicht aus dem Haus verdrängt, die Häutung fand im Wasser statt, wahrscheinlich war die Raupe beim Verdrängen des Wassers durch meine Beobachtungen gestört, oder das Wasser bei einem Versuch, einen Einblick in das Haus zu gewinnen, in dasselbe eingedrungen. Raupen, die sich unter diesen Verhältnissen gehäutet hatten, bauten sich in gewöhnlicher Weise ein Haus, das aber mit Wasser erfüllt blieb.

Nach dem Gesagten zerfällt das Raupenleben von *Hydrocampa* in zwei scharf geschiedene Perioden. In der einen dieser Perioden hat das Thier eine Hautathmung; in der anderen eine Luftathmung oder Stigmenathmung. Hand in Hand mit dem Wechsel in der Athmung geht eine andere Veränderung in der Structur der Cuticula (Fig. 2, 3). Steht dieselbe in Zusammenhang mit der veränderten Athmung und in welchem? Dass ich einen solchen Zusammenhang annehme, wurde im Vorhergehenden bereits ausgesprochen, doch muss ich noch einmal auf den Punkt zurückkommen.

Besonders deutlich ist der Vortheil, welcher dem Thier aus der eigenthümlichen Structur der Haut erwächst, während der zweiten

Periode, wo das Thier durch offene Stigmen athmet. Man glaubt da ein schönes Beispiel von Anpassung vor sich zu haben. Freilich, sehen wir uns die Haut von andern auf dem Lande lebenden Schmetterlingsraupen an, so finden wir dort weit verbreitet eine sehr ähnliche Structur [1]), vielleicht die Spitzen weniger lang ausgezogen, doch im Wesentlichen gleich. Sicher hat in dieser Periode die Structur der Haut gegenüber der auf dem Lande lebenden Stammform nur eine sehr geringe Veränderung erfahren, und so haben wir es hier nicht mit einem Beispiel von Anpassung zu thun, wohl aber mit einem recht typischen Beispiel dafür, wie eine Structur, die ursprünglich unzweifelhaft ganz andern Zwecken diente, zum mindesten ohne jeden Zusammenhang mit der Function entstanden ist, uns eine vollkommene Anpassung an die Function vortäuschen kann.

Anders verhält es sich mit der Structur der Haut während der ersten Periode. Eine ähnliche Structur der Haut, wie wir sie während der zweiten Periode finden, wäre einem Wechsel des Wassers an der Körperoberfläche, wie er für eine Hautathmung nöthig, hinderlich, dazu käme, dass sich zwischen diese Spitzen leicht Schmutz setzen würde, der ebenfalls dem Gaswechsel hinderlich. Es handelt sich hier nicht etwa lediglich um Vermuthungen, die Annahme lässt sich durch folgende Beobachtung begründen. Wird, wie es in der Gefangenschaft in Folge unrichtiger Behandlung bisweilen der Fall, eine Raupe aus der zweiten Periode feucht, so geht sie zu Grunde; sie behält die normalen Gewohnheiten bei, wandert mit ihrem mit Wasser erfüllten Gehäuse umher, frisst etc. (ein Instinct, der sie veranlasste, an die Oberfläche zu kriechen, dort die Haut trocknen zu lassen, fehlt). Sie kann so längere Zeit leben, über 8 Tage, doch habe ich nie gesehen, dass sich solche Raupen häuten, geschweige zur Verpuppung kommen.

Man darf wohl annehmen, dass eine vollständig glatte Haut der Hautathmung noch dienlicher wäre, dass wir in den flachen Höckern lediglich einen Rest der früher in allen Stadien vorhandenen spitzen

1) C. S. Minot beschreibt im Archiv mikroskop. Anatomie, 1886, Bd. 28, p. 37—48, tab. 7 diese Gebilde von verschiedenen Raupen; ob, wie Minot will, jeder dieser Vorsprünge einer Hypodermiszelle entspricht, lasse ich zur Zeit dahingestellt. Bezüglich der Function, welche diese Gebilde sonst haben, verweise ich auf die von M. Braun (Häutung von Astacus fluviatilis, in: Arbeiten Zool.-zoot. Inst. Würzburg, 1875, Bd. 2, p. 160) ausgesprochene Ansicht, dass diese sowie ähnliche Gebilde der mechanischen Ablösung der abzuwerfenden Theile von den darunterliegenden dienen.

Höcker zu sehen haben, von dem es fraglich ist, ob er selbst noch eine Function hat.

Ich will gleich hier erwähnen, dass bei den von mir untersuchten Raupen mit Tracheenkiemen die Körperoberfläche eine ähnliche Structur zeigt wie hier in der ersten Periode, nur mit dem Unterschiede, dass die Höcker sehr klein und flach sind, ausserdem sehr dicht stehen; die Tracheenkiemen zeigen die gleiche Structur bei *Paraponyx*, sind glatt bei *Cataclysta pyropalis* und andern brasilianischen *Cataclysta*-Arten.

Schliesslich will ich nicht verschweigen, dass der Unterschied in der Lebensweise Réaumur keineswegs ganz entgangen ist. Berücksichtigt werden vorwiegend die durch offene Stigmen athmenden Raupen. Der anderen Form geschieht Erwähnung an folgender Stelle (l. c. p. 396/97):

„Il en faut un autre (expédient) pour les coques qui ne sont faites que d'une pièce rapportée contre une feuille entière de potamogeton . . . . . Cette chenille peut pourtant se tenir dans l'eau immédiatement, et cela lui arrive au moins toutes les fois qu'elle a besoin de ce faire une coque."

Wie aber schon aus der letzten Bemerkung ersichtlich, wie weiter der Zusammenhang klar ergiebt, ist ihm der Unterschied in der Athmung entgangen; das erhellt besonders daraus, dass er glaubt, auch diese Gehäuse seien mit Luft erfüllt.

Die Verpuppung erfolgt meist in der Weise, dass das an einer längern Seite geöffnete Gehäuse an einen Stengel, Blattstiel, seltener an ein Blatt der Futterpflanze angeheftet wird, derart, dass der Blattstiel etc. den Verschluss der Oeffnung bildet. Das so gebildete Gehäuse, das natürlich mit Luft erfüllt ist, wird mit einem weissen Gespinnst ausgekleidet. Die weisse Farbe des Gespinnstes rührt von in demselben eingeschlossener Luft her. Ein, wenn auch nur unbedeutender Gaswechsel findet jedenfalls da statt, wo dieses lufthaltige Gespinnst der lebenden Pflanze anliegt.

Immerhin dürfte dieser Gaswechsel, der in einer Abgabe von Sauerstoff seitens der Pflanze besteht, für die Athmung von Bedeutung sein. Wichtig scheint es mir für diese Annahme, dass die Raupe stets Sorge dafür trägt, ihr Gehäuse einem lebenden Pflanzentheil anzuheften. Die Puppe besitzt drei offene Stigmenpaare (2.—4. Abdominalsegment), während die übrigen Stigmen geschlossen sind.

2. *Cataclysta lemnae.*

Réaumur behandelt *Cataclysta lemnae* in der gleichen Abhandlung wie *Hydrocampa*, doch sehr viel weniger eingehend. Ein ähnlicher Modus der Athmung wird wohl als selbstverständlich angenommen, deshalb nicht ausdrücklich erwähnt. Thatsächlich zeigen beide Arten in dieser Beziehung eine weitgehende Uebereinstimmung. Auch hier scheidet sich das Raupenleben in eine frühere Periode mit Hautathmung, in eine spätere mit Stigmenathmung, hier wie dort finden sich entsprechende Unterschiede in dem Bau der Cuticula (Fig. 6–9). Die erste Periode umfasst lediglich die kurze Zeit bis zur zweiten Häutung.

Erwähnenswerth scheint noch die Thatsache, dass im zweiten Stadium die Stigmengänge nicht mehr in ganzer Länge verklebt, sondern nur an der Stelle des Verschlusshebels geschlossen sind. Es liegt danach die Annahme nahe, dass das Thier bereits jetzt zu einer Stigmenathmung übergehen kann, falls es an die Luft kommt, doch habe ich auch nach längerm Aufenthalt derartiger Raupen an der Luft nie ein Oeffnen der Stigmengänge beobachten können. Dass die beide Perioden trennende Häutung hier stets bereits in einem mit Luft erfüllten Gehäuse erfolgt, wurde bereits oben erwähnt; wie indessen das Wasser aus dem Gehäuse entfernt wird, habe ich hier ebensowenig beobachten können wie bei *Hydrocampa*.

Die Verpuppung erfolgt ebenfalls in einem mit weisser Seide ausgekleideten Gehäuse, das hier aus Lemnapflänzchen zusammengeklebt ist; häufig, nicht immer, wird dieses Gehäuse an die Blätter anderer Wasserpflanzen befestigt. Die Puppe besitzt ebenfalls drei grosse offene Stigmenpaare.

Im Gegensatz zu *Hydrocampa* durchläuft das Thier seine ganze Entwicklung innerhalb eines Sommers, hat also im Jahr wenigstens zwei Generationen, vielleicht mehr. In welcher Form das Thier überwintert, habe ich nicht feststellen können.

3. Zwei brasilianische *Cataclysta*-Arten.

An anderm Ort[1]) erwähnte ich, dass mir einmal eine Puppe einer *Cataclysta* vorgekommen sei, deren Gehäuse sich in einem Wald von Podostomeen, zwischen zusammengeklebten Podostomeenstengeln befand.

---

1) Ueber einige im Wasser lebende Schmetterlingsraupen Brasiliens, in: Archiv für Naturgesch., 50. Jahrg., Bd. 1, p. 210.

Weitere Funde ähnlicher Gehäuse setzten mich in den Stand, die Gehäuse näher zu untersuchen. Die betreffende Art oder die betreffenden Arten — es handelt sich um zwei sehr nah verwandte Arten der Gattung, die sich aber in ihrer Lebensweise überaus ähnlich verhalten — sind in der oben citirten Arbeit nicht genannt. Leider bin ich auch nicht im Stande, den Namen zu geben, da ich die Thiere nicht bestimmt erhalten konnte, vielleicht sind dieselben neu.

Die Puppe hat die gleiche Form wie bei den am citirten Ort beschriebenen Arten, besitzt zwei Paare von offenen Stigmen. Das Puppengespinnst hat etwa die Gestalt eines länglichen Sackes, dessen Wände durch Podostomeenstengel gebildet werden (Fig. 10).

Der Sack zerfällt in zwei Abtheilungen, eine untere und eine obere, welche durch eine weiter unten zu beschreibende Thür von einander getrennt sind. Die untere Hälfte des Sackes, in welcher sich die Puppe befindet, ist in ihren obern $^2/_3$ von lufthaltigem Gespinnst ausgekleidet, übrigens ist sie hermetisch verschlossen, an ihrer Aussenseite dicht mit Podostomeenstengeln bedeckt. Die obere Abtheilung ist ebenfalls mit lufthaltigem Gespinnst ausgekleidet, übrigens nach oben offen, ausserdem sind die Wände durchbrochen, so dass das Wasser freien Zutritt hat und diese Abtheilung lebhaft durchströmt. (Die Gehäuse befinden sich natürlich in sehr rasch fliessendem Wasser, da nur hier Podostomeen gedeihen.) Die Athmung dürfte nun in der Weise zu Stande kommen, dass in der obern Abtheilung eine Abgabe von Kohlensäure, Aufnahme von Sauerstoff von Seiten des lufthaltigen Gespinnstes stattfindet, der Sauerstoff in dem lufthaltigen Gespinnst den offenen Stigmen zugeführt wird. Ausserdem findet vielleicht ein Gasaustausch zwischen den lebenden Podostomeenstengeln und dem lufthaltigen Gespinnst statt. Der Modus der Athmung würde nicht wesentlich von dem in der oben citirten Arbeit geschilderten abweichen.

Von besonderm Interesse scheint mir der Verschluss der untern Kammer oder Abtheilung nach oben. Derselbe besteht aus zwei derben, beweglichen Klappen, welche an gegenüberliegenden Punkten des Sackes befestigt sind. Beide Klappen legen sich derart aneinander, dass sie einen dachförmigen Abschluss der untern Kammer bilden; an beiden Enden ist dieses Dach durch kleine Gespinnstpolster gestützt. Der Nutzen dieses Verschlusses ist leicht einzusehen; derselbe bildet einen vollkommenen Verschluss gegen das Eindringen des Wassers; je stärker das Wasser von oben drückt, um so fester werden sich die Klappen an einander pressen, um so dichter wird der Verschluss. Andrerseits

gestattet diese Form des Verschlusses dem ausschlüpfenden Schmetterling freien Ausgang, beim geringsten Druck von innen werden sich die Klappen wie eine Flügelthür öffnen.

Noch ein Wort über die Eiablage der betreffenden Arten. An der gleichen Stelle wie die Puppen fand ich wiederholt an Podostomeen Gruppen von mehreren hundert Eiern (einmal 7—800); dieselben waren kurz-oval und regelmässig pflastersteinartig neben einander gelegt. Aus derartigen Eiern schlüpften mir einmal kleine Schmetterlingsräupchen von 1 mm Länge aus. Dieselben entbehrten der Kiemen, doch kann wohl kein Zweifel darüber herrschen, dass sie der betreffenden *Cataclysta*-Art angehören. Danach muss der Schmetterling behufs Eiablage unter Wasser gehen, und zwar in heftigen Stromschnellen, er muss sich dort festhalten und so lange verweilen, dass er Zeit findet, 700 Eier regelmässig pflastersteinartig neben einander zu legen, gewiss eine Leistung für ein so zartes Geschöpf, welches mir alle ähnlichen Leistungen von Insecten aus anderen Ordnungen (Perliden, Ephemeriden etc.) zu übertreffen scheint.

4. Ueber einen brasilianischen *Paraponyx* (*Paraponyx sp.*)[1].

Aus der Gattung *Paraponyx* ist von zwei Arten die Entwicklung bekannt, von *Paraponyx stratiotata*, von welcher Art sie DE GEER beschrieb[2]), und von *Paraponyx oryzalis*, einer Art, welche in Indien den Reis schädigt; wir verdanken ihre Kenntnis WOOD-MASON[3]). Beide Arten athmen durch zahlreiche Tracheenkiemen, beide leben an Monocotylen (Stratiotes und Oryza); die eine (*stratiotata*) baut sich ein loses Gehäuse, indem sie ein Stück der Futterpflanze an ein Blatt heftet oder zwei benachbarte Blätter zusammenspinnt, die andere (*oryzalis*) lebt frei. Bei beiden Arten verpuppt sich die Raupe in einem mit weissem Gespinnst ausgekleideten, aus Theilen der Futterpflanze gefertigten Gehäuse. Die Puppe athmet durch drei vergrösserte offene Stigmen (2, 3, 4 des Abdomens), welche schon bei der Raupe ausgezeichnet sind.

Die beobachtete Art schliesst sich den genannten eng an. Ich

1) Die Versuche, die Art bestimmt zu erhalten, sind leider vergeblich gewesen.

2) DE GEER, Mémoires pour servir à l'histoire des insectes, 1752, T. 1, p. 517—41, tab. 37.

3) J. WOOD-MASON, Some account of the „Palan Byoo" or „Teindoung Bo" *(Paraponyx oryzalis)*, Calcutta 1885.

fand dieselbe ausser bei Blumenau bei Porto bello an der Küste in flachen Gräben und Pfützen, wo sie an einem dort häufigen Gras lebt.

Die Raupe erreicht eine Länge von 14 mm, sie ist blass, durchscheinend, bietet, abgesehen von den Tracheenkiemen, nichts Auffallendes. Die Kiemen zeigen eine ähnliche Gestalt wie bei *stratiotata* und *oryzalis*, bestehen aus einem gewöhnlich fingerförmig getheilten, selten einfachen Stamm; die Zahl der Aeste steigt auf 5, sie finden sich in folgender Anordnung: sie stehen in drei horizontalen Reihen, deren oberste (suprastigmale, spst.) weit oberhalb der Stigmenreihe liegt; die zweite (infrastigmale, ifst.) liegt dicht unter der Stigmenreihe, die dritte (pedale, ped.) liegt noch tiefer, dicht über der Basis der Füsse. In der spst. und ifst. Reihe finden wir an den typisch gebauten Segmenten (2—11) eine Kieme nahe dem vordern, eine nahe dem hintern Segmentrand (ant. und post.); in der pedalen Reihe gewöhnlich nur eine nahe dem hintern Segmentrand. Gestalt und Anordnung der Kiemen ist nun in den verschiedenen beobachteten Stadien die folgende:

1) Drittletztes Stadium (das jüngste beobachtete): Spst. ant. fehlt, Spst. post. einfach, Ifst. ant. zweitheilig, Ifst. post. einfach, Ped. post. zweitheilig.

2) Vorletztes Stadium: Spst. ant. zweitheilig, Spst. post. zweitheilig, Ifst. ant. dreitheilig, Ifst. post. zweitheilig, Ped. post. zweitheilig.

3) Letztes Stadium: Spst. ant. dreitheilig, Spst. post. zweitheilig, Ifst. ant. vier- oder fünftheilig, Ifst. post. dreitheilig, Ped. post. dreitheilig.

Vergleichen wir kurz die gleichen Kiemen in den verschiedenen Stadien, so hat Spst. ant. nacheinander 0, 2, 3, Spst. post. 1, 2, 2, Ifst. ant. 2, 3, 4, Ifst. post. 1, 2, 3, Ped. post. 2, 2, 3 Aeste, woraus sich ergiebt, dass die Vermehrung eine ziemlich stetige ist, die Zahl der Aeste gewöhnlich, so weit sie überhaupt zunimmt, sich um 1 vermehrt. Nur Spst. ant. macht eine Ausnahme, da die Kieme gleich zweitheilig auftritt.

Wie gesagt, fehlt gewöhnlich ein Ped. ant., doch kommt nicht selten auch an der betreffenden Stelle eine einfache Kieme vor, und zwar an den fusslosen Segmenten, viel seltener an denen mit Füssen; wo die Kieme fehlt, was, wie gesagt, der gewöhnliche Fall, finden wir an ihrer Stelle ein dichtes Tracheengeflecht. Dasselbe dürfte als rudimentäre Kieme zu deuten sein; das häufigere Auftreten der Kieme an fusslosen Segmenten weist darauf hin, dass die Rückbildung im Zusammenhang mit der Bewegung erfolgt ist.

Vergleichen wir mit der hier beschriebenen Anordnung der Kiemen die bei *oryzalis* und *stratiotata*, so zeigt sich zunächst eine fast vollständige Uebereinstimmung mit *oryzalis* (l. c. p. 8); leider macht DE GEER keine genauen Angaben über die Anordnung bei *stratiotata*. Wie aus der Figur ersichtlich, finden sich die Kiemen ebenfalls am vordern und hintern Segmentrand, doch sollen sich an jedem Segment 6 oder 8 Kiemenbüschel finden, ohne die einfachen, unverzweigten, eine Angabe, deren Richtigkeit ich einigermaassen bezweifle.

Die Stigmen sind entweder wohl entwickelt, sogar im letzten Stadium auffallend gross, so diejenigen von 2., 3. und 4. Abdominalsegment, oder sie sind nur als kleine, pigmentirte Punkte erkennbar, so die übrigen Abdominalstigmen, oder sie sind überhaupt nicht ohne weiteres nachweisbar, so die Thoracalstigmen.

Die Unterschiede zwischen den Abdominalstigmen waren bereits deutlich bei den jüngsten von mir beobachteten Raupen, wurden mit jeder Häutung deutlicher. Wie gesagt, finden sich die gleichen Unterschiede bei den beiden andern bekannten Arten. Die Unterschiede sind ohne Bedeutung für das Raupenleben, bereiten lediglich die Verhältnisse bei der Puppe vor; alle Stigmen, auch die grossen, sind geschlossen, auch wenn die Raupe für einige Zeit aus dem Wasser geht (um ein Gehäuse zu bauen), so bleiben die sämmtlichen Stigmengänge unwegsam, die Stigmen verschlossen. Auch vermag die Raupe nicht längere Zeit ausser Wasser zu leben, auch nicht in mit Feuchtigkeit geschwängerter Luft.

Ueber die Lebensweise der Raupe ist noch Folgendes zu bemerken: Dieselbe lebt, wie gesagt, an einem in flachen Gräben etc. wachsenden Gras [1]), fertigt sich aus den Blättern der Futterpflanze ein Gehäuse, das aus einem zusammengefalteten Blattstück, dessen Ränder mit einander durch Gespinnst verbunden sind, besteht (Fig. 12). Will sich die Raupe ein Gehäuse fertigen, so begiebt sie sich gewöhnlich aus dem Wasser, da die Blätter meist oder wenigstens häufig aus dem Wasser herausragen, schneidet die Spitze des Blattes gerade ab, macht dann in angemessener Entfernung, das heisst, etwas weiter vom ersten Schnitt, als sie selbst lang ist, einen queren Einschnitt, bei dem sie an beiden Seiten nur einen sehr schmalen Streifen stehen lässt (Fig. 12). In Folge dessen klappt das Blatt zusammen, und zwar fällt in Folge der Faltung des Blattes obere Seite auf obere

1) Ich habe dasselbe nie blühen sehen, konnte deshalb auch nicht an eine Bestimmung denken.

Seite. Das Thier braucht jetzt nur noch die Ränder durch Gespinnst mit einander zu verbinden, das Blatt an entsprechender Stelle abzuschneiden, um ein bequemes, flaches, röhrenförmiges Gehäuse zu besitzen. Schliesslich wird die Röhre noch an einem Ende durch Gespinnst geschlossen.

Junge Thiere, welche keine genügend schmalen Blätter finden, verfahren etwas anders; sie heften die gegenüberliegenden Ränder eines Grasblattes aneinander, brauchen also nur ein Blattstück von der einfachen, nicht von der doppelten Länge des Gehäuses.

Das Gehäuse erfüllt übrigens für die Raupe einen doppelten Zweck, einmal schützt es dieselbe, dann aber liefert es den für die Athmung nöthigen Sauerstoff. Für letztere Annahme lassen sich eine ganze Reihe von Gründe anführen:

1) Zunächst ist ein Wechsel des Wassers in der nur an der Mündung offenen Röhre so gut wie ausgeschlossen, da die Raupe keinerlei Athembewegung ausführt, das Wasser müsste deshalb sehr bald zur Athmung durchaus ungeeignet sein.

2) Die Raupe fertigt sich sehr häufig ein neues Gehäuse, viel häufiger, als es durch ihr Wachsthum bedingt wird, sorgt so stets für lebende Blattstückchen.

3) Sie hält sich fast ausschliesslich in der Sonne ausgesetzten Gräben etc. auf, eine Thatsache, die mir besonders auffällig wurde bei einem theils beschatteten, theils offen liegenden Tümpel; sie war hier fast ganz auf den offenen Theil beschränkt, obwohl sie in dem beschatteten reichlich Futter gefunden hätte.

4) Schliesslich streckt sie in der Nacht, wo das Gehäuse keinen Sauerstoff abscheidet, den Körper weit aus dem Gehäuse hervor, schlägt heftig mit ihm hin und her, eine Gewohnheit, welche augenscheinlich die Bedeutung hat, den Kiemen frisches Wasser zuzuführen. Bei Tage habe ich diese Gewohnheit nie beobachten können.

Aehnlich dürfte sich *stratiotata* verhalten. DE GEER sagt, dass das Gehäuse, nach allen Seiten offen, dem Wasser freien Zutritt gewährt, von Athembewegungen erwähnt er nichts, dagegen erzählt er, dass das Thier, während er es zeichnete, wo es also augenscheinlich aus dem Gehäuse genommen war, mit dem vordern Körperende hin und her schlug.

Zur Verpuppung fertigt sich die Raupe ein ähnliches Gehäuse wie *Hydrocampa*; sie öffnet das Raupengehäuse an der einen Längsseite, befestigt es derart an ein lebendes Blatt, dass eine Röhre entsteht, deren Durchschnitt etwa ein gleichschenkliges Dreieck bildet,

verschliesst diese Röhre an beiden Enden dicht. Innerhalb dieser Röhre spinnt dann die Raupe eine dichte Hülle aus weissem (lufthaltigem) Gespinnst. Das Gehäuse wird mit Vorliebe an der Oberfläche des Wassers, resp. dicht über derselben angelegt, derart, dass es bei wechselndem Wasserstand sich bald unter, bald über dem Wasser befindet. Die Puppe, welche, wie die der andern Arten, drei Paare von offenen Stigmen hat, besitzt die Fähigkeit, sich vor dem Ausschlüpfen des Schmetterlings zum Theil aus dem Gehäuse herauszuarbeiten, doch scheint sie das nur zu thun, wenn sich das Gehäuse zur Zeit des Ausschlüpfens unter Wasser befindet.

Rückblick.

Die Raupen von *Hydrocampa nymphaeata* zeigen eine Art der Anpassung an das Wasserleben, wie sie bisher von keiner Schmetterlingsraupe oder Insectenlarve überhaupt, soviel ich weiss, bekannt war, das Thier hat während eines Theiles des Raupenlebens eine Hautathmung, während des andern Theiles eine Stigmenathmung. Entsprechend ändert sich die Structur der Haut. Die Raupe von *Paraponyx sp.* ist für ihre Athmung auf den von den Wänden des Gehäuses abgeschiedenen Sauerstoff angewiesen; ich glaube, dass wir diesen Satz ohne weiteres auf alle im Wasser lebenden Schmetterlingsraupen, welche sich ein Gehäuse aus Blattstückchen bauen, anwenden können, also auch auf *Hydrocampa* und *Cataclysta.*

Bei den Puppen aller genannten Arten sind einzelne Stigmen, und zwar die des 2. und 3. oder 2.—4. Abdominalsegments, stark vorgewölbt, nur diese Stigmen sind offen, vermitteln allein den Gaswechsel; ferner ist bei allen die Puppe von weissem, lufthaltigem Gespinnst umschlossen.

Bereits früher sprach ich die Ansicht aus, dass die Athmung in der Weise erfolgt, dass zunächst ein Gaswechsel zwischen der Luft des Gespinnstes und dem umgebenden Medium, eventuell dem anliegenden lebenden Pflanzentheil stattfindet, weiter von Gespinnst zum Stigma. Als weitern Grund für diese Annahme will ich die Thatsache anführen, dass die Puppe die Luftathmung nicht entbehren kann, dass sie, aus dem Gespinnst genommen und in das Wasser geworfen, bald stirbt. In der Luft kann sie sehr wohl weiterleben, wenn man nur dafür Sorge trägt, dass sie mit Feuchtigkeit geschwängert ist.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel 28.

Fig. 1—5. *Hydrocampa nymphaeata.* Structur der Cuticula.
1. Erstes Stadium, ganzes Thier, die Höcker im Profil oder Halbprofil. Vergrösserung 1500.
2. Letztes kiemenathmendes Stadium, nach abgeworfener Haut. 600.
3. Erstes luftathmendes Stadium, sonst wie 2.
4. Letztes luftathmendes Stadium (letztes überhaupt), sonst wie 2.
5. Höcker desselben Stadiums von der Seite und von oben. 1500.

Fig. 6—9. *Cataclysta lemnae.* Structur der Cuticula, freihändig gezeichnet bei Seibert V. Vergrösserung etwa 1000.
6. Erstes Stadium.
7. Zweites Stadium.
8. Drittes Stadium (erstes luftathmendes) von der Seite (a) und von oben (b).
9. Letztes Stadium vor der Verpuppung.

Fig. 10. *Cataclysta sp.*, Puppe mit Gehäuse, Durchschnitt, halb schematisch. 2 mal.

Fig. 11. Verschluss des Gespinnstes, von oben.

Fig. 12. *Paraponyx sp.*, Anfertigung des Raupengehäuses und Gehäuse, schematisch.